

الكيمياء التحليلية

العملي

لطلبة الصفوف الأولى

كلية الزراعة والغابات

جامعة الموصل

إعداد

فرح العلوم الأساسية

٢٠٢٤-٢٠٢٥

الكيمياء التحليلية العملي

المحاضرة الأولى

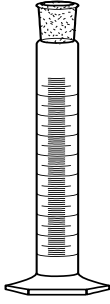
تعليمات عامة حول العمل في المختبر

١. إرتداء الصدرية قبل البدء بالعمل للوقاية من سقوط المواد الخطرة على جلدك وملابسك.
٢. العناية التامة بنظافة الأيدي ونظافة الأدوات قبل وبعد الاستعمال بالماء ومساحيق التنظيف ثم بالماء المقطر وتجفيفها إن أمكن.
٣. إذا تطلب الأمر تنظيف الأدوات المستعملة بمزيج التنظيف الذي يحضر من إذابة ١٠ غرام من ثنائي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ ثم إضافة ١٠٠ ملتر من حامض الكبريتيك المركز ببطء مع التحريك والتسخين ثم يبرد المحلول.
٤. تخفيف الحوامض والقواعد المركزة أو مزيج التنظيف بالماء قبل تصريفها في المجاري لتجنب تلفها أو انسدادها.
٥. تنظم الأدوات المستعملة على المنضدة بشكل مرتب ويجب التأكد من إعادة قناني المواد الكيميائية إلى موضعها مغطاة بغطائها الأصلي بعد أخذ المحلول منها.
٦. لا يجوز تسخين أية منظومة وهي مغلقة تماماً.
٧. لا تحاول تذوق أو استنشاق أي مادة في المختبر.
٨. تأكد من اسم المادة الكيميائية على القنينة قبل استخدامها.
٩. عند سقوط مادة كيميائية على الجسم أو الملابس أغسل المنطقة بكمية كبيرة من الماء ثم استشير المدرس إذا أحدثت المادة ضرراً في الجسم أو الملابس لمعالجتها بطريقة أخرى.
١٠. يجب استخدام مفرغة الغازات والأبخرة (Fume Hood) في الأحوال الآتية:
 - استعمال محلول (H_2S) .
 - تبخير المحاليل أو الحوامض المركزة أو محلول الأمونيا.
 - استعمال المحاليل التي تبعث غازات سامة أو كريهة الرائحة عند التفاعلات.
١١. التأكد من تنظيف جميع الأدوات المستعملة وغسل اليدين بعد الانتهاء من العمل.
١٢. لا تعمل بمفردك في المختبر
١٣. كتابة التقرير مع مراعاة الآتي:
 - الإهتمام بكتابة التقرير لكل تجربة ويجب أن يشتمل على المحتويات الأساسية للتقرير.
 - تسجيل النتائج والملاحظات في حينها لأجل الاستفادة منها في الحسابات والمناقشة، بالإضافة إلى الاستفادة من أسئلة المناقشة في نهاية كل تجربة وعدم الاقتصار عليها.
 - لا تكون المناقشة على شكل سؤال وجواب، ولا تكون بصيغة نعم أو كلا.
 - يسلم التقرير إلى مدرس المادة في المختبر التالي.

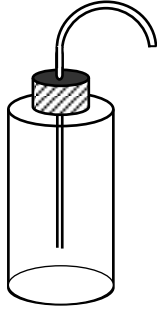
أهم الأجهزة والزجاجيات المستخدمة في مختبر الكيمياء التحليلية



ماصّة
Pipette



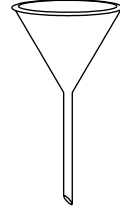
إسطوانة مدرجة
Cylinder



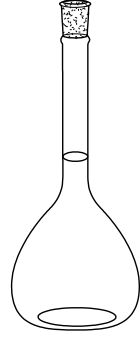
قنينة غسل
Washing Bottle



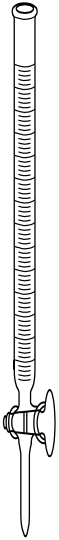
بيكر
Beaker



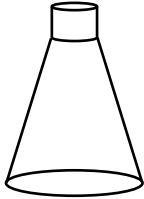
قمع
Funnel



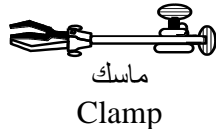
قنينة حجمية
Volumetric Flask



سحّاحة
Burette



دورق مخروطي
Conical Flask



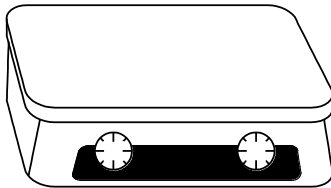
ماسك
Clamp



حامل
Stand



فرن تجفيف
Drying Oven



هيتّر
Hotplate



ميزان حساس
Electronic Balance



حمام مائي
Water Bath

الكيمياء التحليلية

يمكن تعريف الكيمياء التحليلية بأنها الوسيلة الكيميائية التي يتم بها الكشف عن العناصر وكذلك طرق فحصها ومعرفة مكونات تلك المواد في الخليط منها وأيضا تقدير هذه المكونات تقديرا كيميا وعلى هذا الأساس يقسم التحليل إلى قسمين:

(١) التحليل النوعي Qualitative Analysis

(٢) التحليل الكمي Quantitative Analysis

التحليل النوعي: يمكننا معرفة الفلزات التي تحمل الشحنة الموجبة والجذور الحامضية التي تحمل الشحنة السالبة الموجودة في المادة المراد تحليلها (نعني بهذا نوعيتها وليس كميتها) من خلال تفاعلها مع بعض الحوامض والكواشف للحصول على رواسب أو ألوان خاصة بعنصر أو مجموعة من العناصر.

التحليل الكمي: يمكننا معرفة النسبة المئوية والتركيز للمكونات المختلفة لنموذج معين ومعرفة التركيب الجزيئي للمادة ويمكن تقسيم التحليل الكمي إلى:

(أ) التحليل الحجمي Volumetric Analysis

(ب) التحليل الوزني Gravimetric Analysis

(ج) التحليل الآلي Instrumental Analysis

التحليل الحجمي: ويجري بوساطة حساب حجم محلول قياسي معلوم التركيز بصورة مضبوطة والذي يتفاعل كيميا مع المحلول المجهول المراد حساب تركيزه وباستخدام الدلائل.

بعض المفردات المستخدمة في التحليل الحجمي:

التسحيح (Titration):

هو عملية إضافة محلول قياسي (Standard Solution) من السحاحة إلى المادة المراد تحليلها وحساب حجم المحلول القياسي اللازم للتفاعل بصورة كاملة مع المادة المجهولة وباستخدام كواشف عضوية ملونة.

نقطة التكافؤ (Equivalence Point):

هي عملية تكافؤ تراكيز مولارية للمادة القياسية الأولية مع المجهولة

نقطة النهاية (End Point):

هي تلك النقطة التي يتم عندها تفاعل كميات متساوية من المحلول القياسي مع المادة المجهولة وهذه النقطة يمكن تحسسها باستعمال الدليل (Indicator) الذي يعاني تغيرا في لونه عند هذه النقطة.

الدلائل (Indicators):

هي عبارة عن حوامض أو قواعد عضوية ضعيفة التأين يتغير لونها أو تحدث تعكيراً أو تعطي وميضاً عند pH معينة وتستخدم لمعرفة نقطة النهاية أثناء عملية التسحيح.

جدول يبين أهم الدلائل المستخدمة في التحليل الحجمي:

الاسم التجاري	نوع المذيب	التركيز %	صبغة الدليل	الصبغة الحامضية	الصبغة القاعدية	مدى الاستعمال pH
فينولفثالين	60% كحول	0.1	حامضي	عديم اللون	أحمر	10 - 8.0
المثيل الأحمر	كحول	0.1	قاعدي	أحمر	أصفر	6.0 - 4.1
المثيل البرتقالي	الماء	0.1	قاعدي	أحمر	أصفر	4.4 - 3.1

وهناك قواعد معينة لاستعمال الدلائل في تسحيحات التعادل:

١. تسحيح قاعدة قوية مع حامض قوي مثل هيدروكسيد الصوديوم مع حامض الهيدروكلوريك نستعمل دليل الفينولفثالين ph.ph .
٢. تسحيح قاعدة قوية مع حامض ضعيف مثل هيدروكسيد الصوديوم مع حامض الخليك نستعمل دليل الفينول فتالين ph.ph أيضا .
٣. تسحيح قاعدة ضعيفة مع حامض قوي مثل هيدروكسيد الأمونيوم مع حامض الهيدروكلوريك نستعمل دليل المثيل البرتقالي M.O أو المثيل الأحمر M.R .
٤. تسحيح قاعدة ضعيفة مع حامض ضعيف مثل هيدروكسيد الأمونيوم مع حامض الخليك نستعمل دليل الفينول فتالين ph.ph .

المحاضرة الثانية

المحاليل القياسية Standard Solutions

المحلول القياسي: هو المحلول الذي يحتوي حجم معين منه على وزن معلوم من المادة المذابة. والمحاليل القياسية على أنواع منها:

المحلول القياسي الأولي Primary Standard Solution

يحضر بواسطة الوزن المباشر والمضبوط للمادة المذابة مثل كاربونات الصوديوم Na_2CO_3 ونترات الفضة AgNO_3 .

شروط المادة القياسية الأولية:

- (١) تكون المادة نقية أكثر من 99% وموزونة إلى أربع مراتب عشرية.
- (٢) مستقرة ولا تتأثر بالظروف الجوية.
- (٣) جافة.
- (٤) سهل الحصول عليها ورخيصة الثمن

المحلول القياسي الثانوي Secondary Standard Solution

يحضر بالوزن التقريبي للمذاب في حجم من المذيب ثم يسحح مقابل محلول قياسي أولي لإيجاد عياريته المضبوطة ويطلق على هذه العملية ضبط العيارية Standardization. **ملاحظته:** لاتعتبر الحوامض المركزة مثل H_2SO_4 , HCl , HNO_3 مواد قياسية أولية وذلك لأنها تتبخر في التراكيز العالية، وكذلك القواعد بشكلها الصلب مثل NaOH و KOH لأنها متميعة ولا يمكن الحصول عليها بدرجة عالية من النقاوة.

أنواع التفاعلات التي تتم في التحليل الحجمي والتي سنأخذ أمثلة عليها في هذا الفصل الدراسي:

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| ١. تفاعلات التعادل | Neutralization Reaction |
| ٢. تفاعلات الأكسدة والاختزال | Oxidation-Reduction Reactions |
| ٣. تفاعلات الترسيب | Precipitation Reactions |
| ٤. تفاعلات تكوين المعقدات | Complex-Formation Reactions |

القوانين المستخدمة في التحليل الحجمي:

(١) المولارية (M): عدد مولات (أوزان جزيئية غرامية) من المذاب في لتر واحد من المحلول.

$$\text{المولارية (M)} = \frac{\text{الوزن (غم)} \times 1000}{\text{الوزن الجزيئي} \times \text{حجم المحلول (مل)}}$$

(٢) العيارية (N): عدد مكافئات (أوزان مكافئة غرامية) من المذاب في لتر واحد من المحلول.

$$\text{العيارية (N)} = \frac{\text{الوزن (غم)} \times 1000}{\text{الوزن المكافئ} \times \text{حجم المحلول (مل)}}$$

$$\text{الوزن المكافئ} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد المكافئات (n)}}$$

- عدد المكافئات للحامض = عدد البروتونات القابلة للتحلل أو الاستبدال.
- عدد المكافئات للقاعدة = عدد أيونات الهيدروكسيل القابلة للتحلل أو الاستبدال.
- عدد المكافئات للمواد القابلة للتأكسد أو الاختزال = عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة.
- عدد المكافئات للملح = عدد أيونات الفلز \times تكافؤ الفلز (عدد تأكسده).

(٣) المولارية للحوامض المركزة في قنينة:

$$\text{المولارية للحوامض المركزة} = \frac{\text{الكثافة (أو الوزن النوعي)} \times \text{النسبة المئوية} \times 10}{\text{الوزن الجزيئي}}$$

(٤) العيارية للحوامض المركزة في قنينة:

$$\text{العيارية للحوامض المركزة} = \frac{\text{الكثافة (أو الوزن النوعي)} \times \text{النسبة المئوية} \times 10}{\text{الوزن المكافئ}}$$

(٥) نسبة الوزن إلى الحجم (W/V): وزن مادة مذابة إلى حجم معين من المحلول، فأما بدلالة (ppm) أي جزء لكل مليون أو بدلالة (ppb) أي جزء لكل مليار.

$$\text{ppm} = \frac{\text{wt. of Solute (gm)}}{\text{vol. of Solution (ml)}} \times 10^6$$

مثلاً: 1ppm = 1mg / L أو 1ppm = 1µg / ml

(٦) النسبة الوزنية (%W/W): وزن مذاب إلى ١٠٠ غم من مذيب.

$$W/W \% = \frac{\text{wt. of Solute (gm)}}{\text{wt. of Solution (ml)}} \times 100$$

٧) النسبة الحجمية (%V/V): حجم سائل المذاب إلى ١٠٠ مل من المذيب.

$$V/V \% = \frac{\text{vol. of Solute (ml)}}{\text{vol. of Solution (ml)}} \times 100$$

٨) الدالة الحامضية (pH): سالب لوغاريتم تركيز الهيدروجين وبدلالة مول/ لتر.

$$pH = - \log [H^+]$$

٩) قانون التخفيف أو التعادل:

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

الحاضرة الثالثة

تسحيحات التعادل Neutralization Titration

يعتمد هذا النوع من التسحيحات على الدالة الحامضية حيث يحدث أثناء التسحيح تغييرا في نقطة تعادل المحلول بالإعتماد على طبيعة وتركيز محلول التسحيح وباستعمال دليل مناسب، فإما العامل المسحح يكون حامض قياسي ضد قاعدة مجهولة أو العكس، وحسب نظرية أرينيوس:

فإن الحامض: هو تلك المادة التي تتأين بالماء لتعطي أيون الهيدروجين.

وأما القاعدة: فإنها تلك المادة التي تتأين بالماء لتعطي أيون الهيدروكسيل.

تجربة (١) تحضير حامض قياسي

أساس التجربة:

إن حامضي الهيدروكلوريك والكبريتيك هما المستخدمان على نطاق واسع لتحضير محاليل قياسية للحوامض. كلا الحامضين متوفران تجاريا بهيئة محاليل مركزة، فحامض الهيدروكلوريك المركز تركيزه حوالي (١٢) مولاري، بينما حامض الكبريتيك المركز (١٨) مولاري ويعتبر حامض الهيدروكلوريك المفضل في الاستعمال وذلك لان معظم الكلوريدات ذائبة في الماء لكن هذا الحامض لايعتبر مادة قياسية أولية لكونه مادة متطايرة. لذلك عند الاستعمال في التحليل يلجأ إلى معايرته مع مادة قاعدية قياسية أولية لتحويله إلى مادة قياسية أولية.

طريقة العمل:

أولاً: تحضير محلول تقريبي (0.1N) من حامض الهيدروكلوريك HCl

باستعمال أسطوانة مدرجة أو سحاحة اسحب حوالي (٤.٩) مللتر من حامض الهيدروكلوريك المركز Con. HCl والذي (كثافته ١.١٢ غم/مل والنسبة المئوية ٣٢٪) وانقله إلى قنينة حجمه سعة (٥٠٠) مللتر تحتوي على كمية من الماء المقطر ثم أكمل الحجم إلى العلامة باستعمال الماء المقطر، رج المحلول الناتج بصورة جيدة.

ثانياً: تحضير محلول (0.1N) من كربونات الصوديوم Na₂CO₃

إن المادة القياسية الأولية المستخدمة لمعايرة حامض الهيدروكلوريك هي كربونات الصوديوم Na₂CO₃ المجففة عند درجة 140 م والتي تكون بدرجة نقاوة أعلى من 99.9 % :

(١) نزن 0.53 غرام من كربونات الصوديوم وزن دقيق بواسطة (ميزان حساس) ثم إذابتها في كمية مناسبة من الماء المقطر في بيكر.

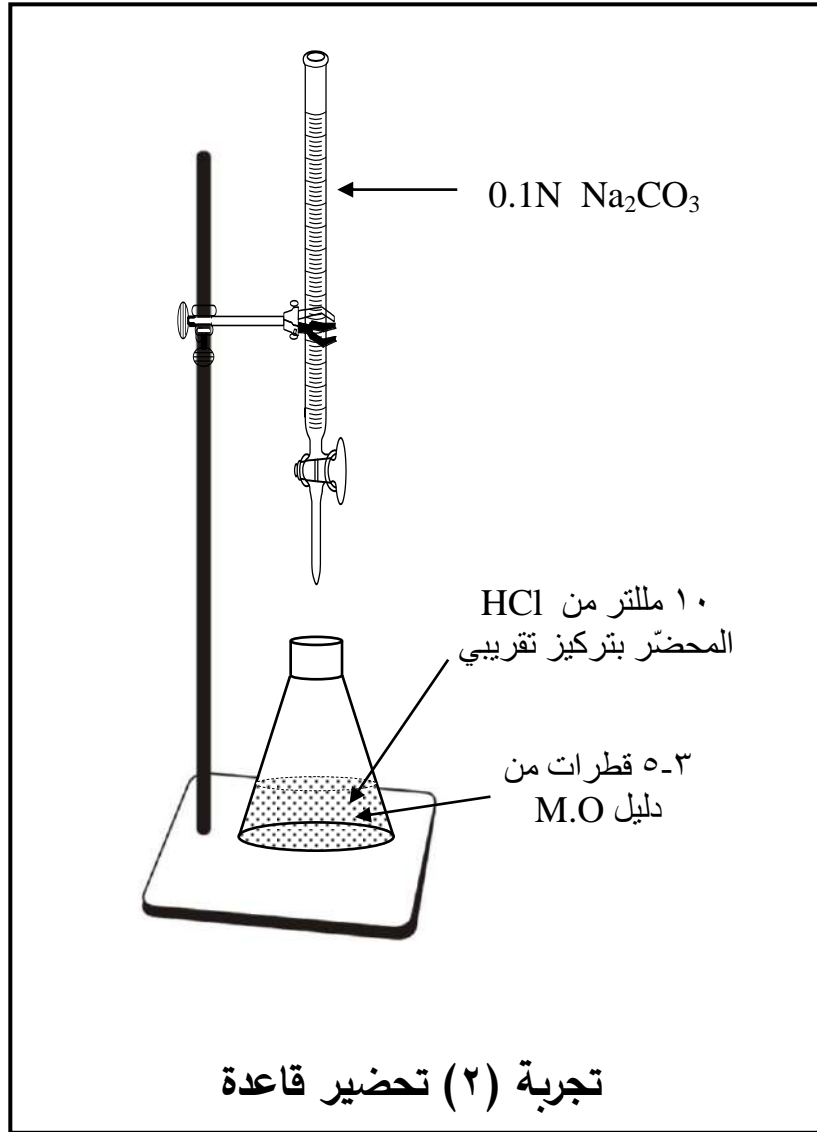
٢) ينقل المحلول إلى قنينة حجميه سعتها (100) مللتر ثم أكمل الحجم إلى حد العلامة بالماء المقطر وبذلك نحصل على محلول ملحي بعيارية (0.1N).

ثالثاً: معايرة حامض الهيدروكلوريك:

- ١) إملأ السحاحة بمحلول كاربونات الصوديوم 0.1N.
- ٢) إسحب بواسطة ماصة (10) مللتر من محلول حامض الهيدروكلوريك المحضر ثم وضعه في دورق مخروطي سعة (250) مللتر.
- ٣) أضف بضع قطرات من دليل المثيل البرتقالي (M.O) تلاحظ تلون المحلول باللون الأحمر.
- ٤) سح مع محلول كاربونات الصوديوم إلى أن يصبح لون المحلول أصفر ثابت. ثم احسب حجم المحلول المستهلك من السحاحة.
- ٥) أعد عملية التسحيح مرتين أو ثلاث مرات، واحسب معدل الحجم من السحاحة.
- ٦) جد العيارية المضبوطة لحامض الهيدروكلوريك باستعمال العلاقة الآتية:

$$\frac{\text{Na}_2\text{CO}_3}{N_1 \times V_1} = \frac{\text{HCl}}{N_2 \times V_2}$$

- N_1 = العيارية المضبوطة لكاربونات الصوديوم.
- V_1 = معدل الحجم لكاربونات الصوديوم المستهلك من السحاحة.
- N_2 = عيارية حامض الهيدروكلوريك المضبوطة (مجهولة).
- V_2 = حجم حامض الهيدروكلوريك الموضوع في الدورق.
- ٧) ثم أحسب التركيز أولاً بدلالة غم/ لتر ومن ثم بدلالة ملغم/ لتر (أي ppm) وحسب القوانين الآتية: (التركيز الذي أوجدته أعلاه هو بدلالة مول/ لتر)
- التركيز غم/ لتر = العيارية × و.م لأن (المول = الوزن / الوزن المكافئ)
- التركيز ملغم/ لتر = العيارية × و.م × 1000
- (و.م = الوزن المكافئ لحامض HCl وقيمه ٣٦.٥)



أسئلة للمناقشة:

- لماذا استخدمنا دليل M.O. دون غيره في هذه التجربة.
- هل وسط المحلول حامضي أم قاعدي عند نقطة نهاية التسحيح لهذه التجربة؟
- هل من الممكن استبدال Na_2CO_3 بـ NaOH في معايرة حامض HCl ؟

المحاضرة الرابعة

تجربة (٢) تحضير قاعدة قياسية

أساس التجربة:

تستخدم هيدروكسيدات الصوديوم، البوتاسيوم، البار يوم بصورة عامة لتحضير محاليل قياسية للقواعد وتكون هذه الهيدروكسيدات ذائبة في الماء. إن هيدروكسيد الصوديوم هي أكثر القواعد استعمالاً وذلك لرخص ثمنها، إلا أنها لا تعتبر مادة قياسية أولية وذلك لأنه لا يمكن الحصول عليها بدرجة عالية من النقاوة إضافة إلى كونها مادة متميعة جداً وتحتوي على الماء والكاربونات.

طريقة العمل:

أولاً: تحضير محلول تقريبي (0.1N) هيدروكسيد الصوديوم

- (١) نزن بصورة تقريبية (0.4) غم من مادة هيدروكسيد الصوديوم الصلبة.
- (٢) أذب هذا الوزن في الماء المقطر وخفف الحجم إلى (١٠٠) مل في قنينة حجميه ثم رج المحلول.

ثانياً: معايرة محلول هيدروكسيد الصوديوم

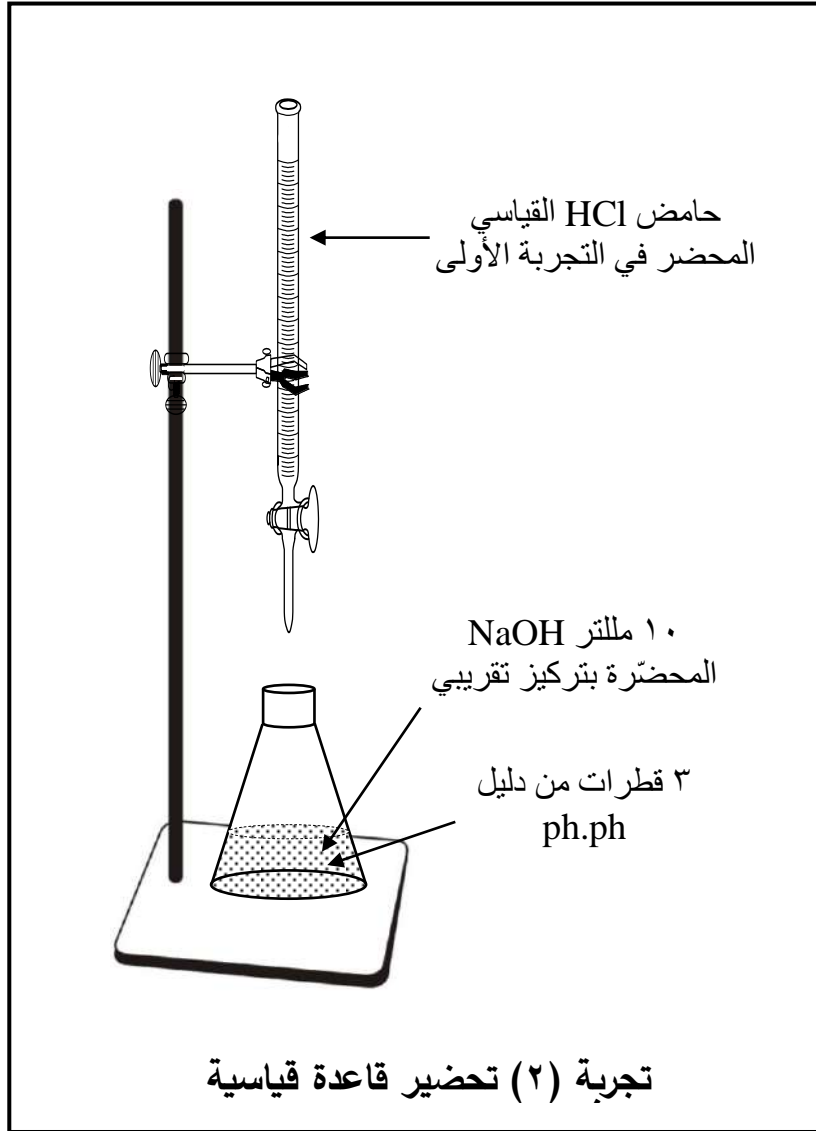
- (١) إملأ السحاحة بمحلول (0.1N) من حامض الهيدروكلوريك القياسي.
- (٢) أسحب بواسطة ماصة (١٠) مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم المحضر وضعه في دورق مخروطي.
- (٣) أضف (٣) قطرات من دليل الفينولفثالين (ph.ph) لان لدينا حامض قوي مع قاعدة قوية حيث تلاحظ تلون المحلول باللون البنفسجي.
- (٤) سح مع محلول حامض الهيدروكلوريك إلى أن يصبح المحلول عديم اللون.
- (٥) أعد عملية التسحيح مرتين أو ثلاث مرات.
- (٦) جد عيارية محلول هيدروكسيد الصوديوم باستعمال العلاقة الآتية:

$$\frac{HCl}{N_1 \times V_1} = \frac{NaOH}{N_2 \times V_2}$$

(٧) ثم أحسب التركيز أولاً بدلالة غم/ لتر ومن ثم بدلالة ملغم/ لتر (أي ppm) وحسب القوانين الآتية: (التركيز الذي أوجدته أعلاه هو بدلالة مول/ لتر)

• التركيز غم/ لتر = العيارية × و.م لأن (المول = الوزن / الوزن المكافئ)

- التركيز ملغم/ لتر = العيارية \times و.م $\times 1000$
(و.م = الوزن المكافئ للقاعدة NaOH وقيمته ٤٠)



أسئلة للمناقشة:

- لماذا استخدمنا دليل ph.ph في هذه التجربة ولم نستخدم M.O. ؟
- هل يعتبر دليل ph.ph أحادي أم ثنائي اللون؟

المحاضرة الخامسة

تجربة (٣) تقدير هيدروكسيد و كاربونات الصوديوم في المزيج

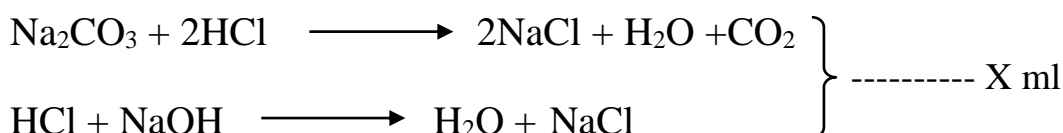
هنالك ثلاثة طرق لتقدير الكاربونات والهيدروكسيل CO_3^{2-} و OH^- في المزيج:

١. تسحيح محلولين كلا على إنفراد باستخدام دليلين مختلفين.
٢. تسحيح محلول واحد باستخدام دليلين مختلفين بالتعاقب.
٣. تسحيح محلولين كلا على إنفراد بوجود كلوريد الباريوم وبعدمه.

الطريقة الأولى: تسحيح محلولين كلا على أنفراد باستخدام دليلين مختلفين
أساس التجربة:

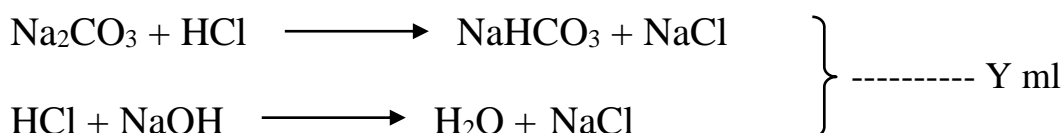
تعتبر هذه التجربة من التجارب المهمة لتسحيحات التعادل ولدينا مادتين قاعدية واحدة قوية والأخرى ضعيفة، والحامض القوي يتفاعل مع القاعدة القوية أولاً ثم مع القاعدة الضعيفة ثانياً فلتعين مكونات مثل هذا المزيج نحتاج إلى تسحيحين مع حامض قياسي. التسحيح الأول يستعمل دليل المثل البرتقالي ضمن دالة حامضية ٣.٣-٤.١ وفي هذه الحالة يكون حجم الحامض المستخدم مكافئاً لجميع الهيدروكسيد زائداً جميع الكاربونات، أما التسحيح الثاني فيستعمل دليل الفينولفثالين ضمن دالة ٨-١٠ وحجم الحامض المستخدم مكافئاً لجميع الهيدروكسيد زائد نصف الكاربونات وحسب المعادلات الآتية:

(١) دليل المثل البرتقالي:



حيث أنه لحظة تغير اللون هنا الحامض يكافئ كل الكاربونات وكل الهيدروكسيل.

(٢) دليل الفينولفثالين



وهنا الحامض يكافئ نصف الكاربونات وكل الهيدروكسيل مع لحظة تغير اللون.

وحسب المعادلات السابقة فإن:

$$\text{CO}_3 = (\text{X} - \text{Y}) \times 2$$

$$\text{OH} = (\text{X} - \text{CO}_3)$$

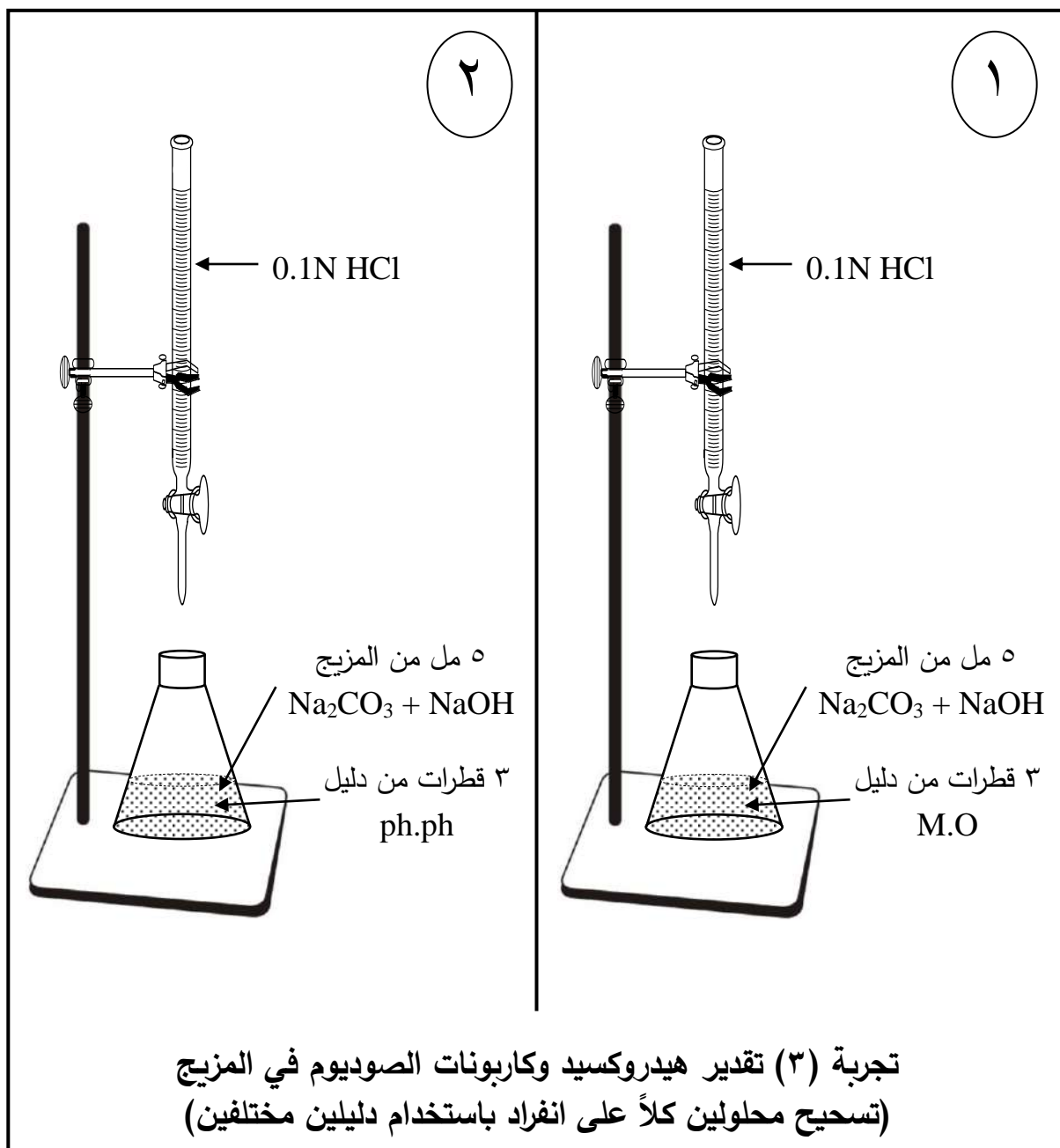
حيث أن CO_3 ترمز لكربونات الصوديوم (NaCO_3) و OH ترمز لهيدروكسيد الصوديوم NaOH والرمز $\text{CO}_3^{1/2}$ يرمز لـ NaHCO_3

طريقة العمل:

- (١) إملأ السحاحة بمحلول (0.1N) من حامض الهيدروكلوريك القياسي. أسحب بواسطة ماصة (5) مل من المزيج (المحتوى على كربونات وهيدروكسيد الصوديوم).
- (٢) أضف ٣ قطرات من دليل الميثيل البرتقالي (M.O) نلاحظ تلون المحلول باللون الأصفر.
- (٣) سح المزيج مع محلول حامض الهيدروكلوريك إلى ان يتغير لون المحلول إلى الأحمر.
- (٤) أعد عملية التسحيح مرتين أو ثلاث مرات، ثم احسب الحجم من السحاحة.
- (٥) إسحب محلول جديد من المزيج (5) مل أخرى.
- (٦) أضف إليها (3) قطرات من دليل الفينولفثالين (ph.ph) حيث نلاحظ تلون المحلول باللون البنفسجي.
- (٧) سح المزيج مع محلول حامض الهيدروكلوريك إلى ان يصبح المحلول عديم اللون.
- (٨) أعد عملية التسحيح مرتين أو ثلاث مرات، ثم احسب الحجم من السحاحة.
- (٩) جد عيارية كل من محلول كربونات الصوديوم وهيدروكسيد الصوديوم باستخدام العلاقة الآتية:

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

- حيث أن الوزن المكافئ لكربونات الصوديوم يساوي (٥٣) وهيدروكسيد الصوديوم (٤٠)
- (١٠) ثم جد تركيز كل من محلول كربونات الصوديوم وهيدروكسيد الصوديوم بدلالة ppm.



أسئلة للمناقشة:

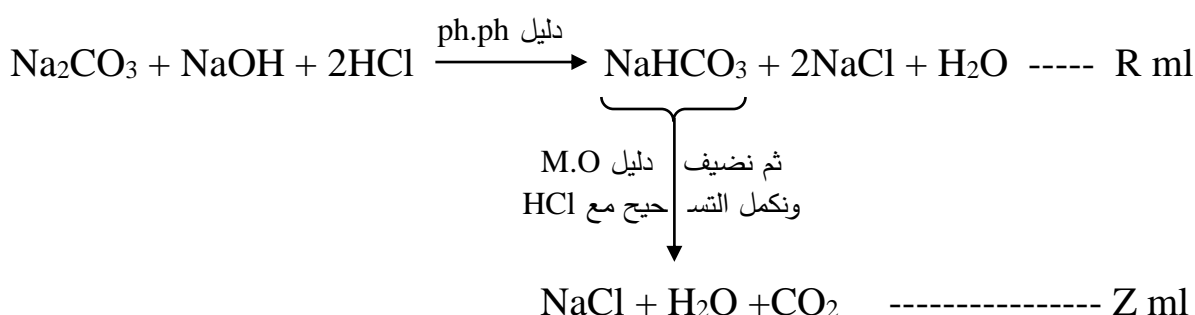
- على ماذا تعتمد عملية التسحيح لتقدير مزيج من قاعدتين؟
- كم من المفروض أن يكون الفرق بين ثوابت التفكك للقاعدتين المراد تقديرهما في المزيج؟
- هل يمكن تقدير مزيج من قاعدتين قويتين مثل NaOH و KOH أو ضعيفتين مثل Na_2CO_3 و NH_4OH باستخدام محلول حامض قياسي؟
- هل من الممكن تقدير حامضين في مزيج (أحدهما قوي والآخر ضعيف) بالتسحيح مع قاعدة قياسية؟

- لماذا يستخدم دليل M.O لتقدير كل الهيدروكسل والكاربونات، في حين يستخدم دليل ph.ph لتقدير كل الهيدروكسيل ونصف الكاربونات؟

الطريقة الثانية: تسحيح محلول واحد باستخدام دليلين مختلفين بالتعاقب

أساس التجربة:

لتعين مكونات مثل هذا المزيج نحتاج لتسحيح واحد ولكن باستعمال دليلين مختلفين. الخطوة الأولى من التسحيح نستعمل دليل الفينولفثالين في هذه الحالة يكون حجم الحامض المستخدم مكافئاً لجميع الهيدروكسيد ونصف الكاربونات. أما الخطوة الثانية من التسحيح فنستعمل دليل الميثيل البرتقالي (M.O) ثم نكمل التسحيح وفي هذه الحالة يكون حجم الحامض المستخدم مكافئاً لنصف الكاربونات فقط. كما هو موضح بالمخطط الآتي:



حيث أن (R) حجم الحامض الذي يكافئ نصف الكاربونات وكل الهيدروكسيد، و (Z) حجم الحامض الذي يكافئ نصف الكاربونات فقط، عليه فإن:

$$2 \times \frac{1}{2} \text{CO}_3 = \text{CO}_3 = 2 \text{Z}$$

$$\text{OH} = (\text{R} - \text{Z})$$

طريقة العمل:

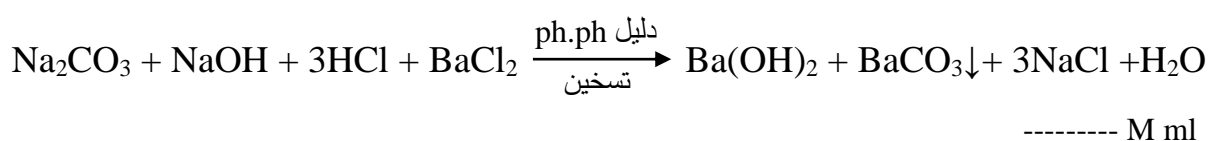
- (1) أملأ السحاحة بمحلول (0.1N) من حامض الهيدروكلوريك القياسي.
- (2) أسحب بواسطة الماصة (5) مل من المزيج ثم أضف إليه (3) قطرات من دليل الفينولفثالين.
- (3) سح المزيج مع محلول حامض الهيدروكلوريك لحين اختفاء اللون في هذه الحالة يكون حجم حامض الهيدروكلوريك مكافئاً لجميع الهيدروكسيد ونصف الكاربونات.
- (4) أضف لنفس المحلول (3) قطرات من دليل الميثيل البرتقالي ثم أكمل التسحيح ضد الحامض لحين تغير اللون من الأصفر إلى الأحمر فيكون حجم الحامض المستخدم يكافئ نصف الكاربونات فقط.
- (5) أعد عملية التسحيح مرتين أو ثلاث مرات.
- (6) جد العيارية المضبوطة لكل من محلول كاربونات وهيدروكسيد الصوديوم باستخدام العلاقة الآتية:

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

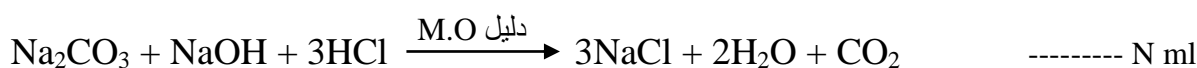
(٧) ثم جد تركيز كل من محلول كاربونات وهيدروكسيد الصوديوم بدلالة ppm

الطريقة الثالثة: تسحيح محلولين على انفراد مرةً بوجود $BaCl_2$ ومرةً بعده أساس التجربة:

لتعين مكونات مثل هذا المزيج نحتاج إلى تسحيحين كلا على انفراد. التسحيح الأول فيستخدم دليل الفينولفثالين وبوجود كلوريد الباريوم حيث تترسب جميع الكاربونات على هيئة كاربونات الباريوم، وفي هذه الحالة يكون حجم الحامض المستخدم مكافئاً لجميع الهيدروكسيد فقط. أما التسحيح الثاني فيستعمل دليل المثيل البرتقالي وبعدم وجود كلوريد الباريوم حيث يكون حجم الحامض المستخدم مكافئاً لجميع الهيدروكسيد وجميع الكاربونات. وكما هو موضح بالمعادلات الآتية:



هنا الحامض سوف يكافئ كل الهيدروكسيل لان الكاربونات ترسبت بوجود ايونات الباريوم



وهنا الحامض سوف يكافئ كل الهيدروكسيل وكل الكاربونات.
عليه فإن:

$$CO_3 = (N - M)$$

$$OH = M$$

طريقة العمل:

- (١) أملاً السحاحة بمحلول (0.1N) من حامض الهيدروكلوريك القياسي.
- (٢) أسحب بواسطة ماصة (5) مللتر من المزيج، ثم أضف إليه (3) قطرات من دليل المثيل البرتقالي.
- (٣) سح المزيج مع حامض الهيدروكلوريك إلى ان يتغير لون المحلول إلى الأحمر .
- (٤) أعد عملية التسحيح مرتين أو ثلاث مرات. ثم أحسب حجم الحامض (N) الذي يكافئ جميع الهيدروكسيد وجميع الكاربونات.
- (٥) خذ (5) مللتر أخرى من المزيج وأضف إليها (10) مللتر من الماء المقطر، وسخن المزيج إلى درجة 70 مئوية.
- (٦) أضف (10) مللتر من محلول (10%) كلوريد الباريوم حتى تترسب جميع الكاربونات ثم برد المحلول إلى درجة حرارة المختبر.

٧) أضف (3) قطرات من دليل الفينولفثالين ثم سح مع حامض الهيدروكلوريك إلى أن يصبح المحلول عديم اللون.

٨) أعد عملية التسحيح مرتين أو ثلاث مرات.

٩) جد العيارية لكل من كاربونات وهيدروكسيد الصوديوم باستخدام العلاقة الآتية:

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

١٠) ثم جد تركيز كل من كاربونات وهيدروكسيد الصوديوم بدلالة ppm.

المحاضرة السادسة

تسحيحات الأكسدة والاختزال

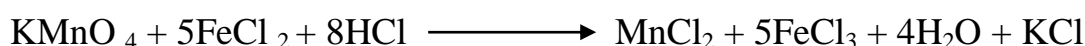
Oxidation-Reduction Titration

في هذا النوع من التسحيحات يحدث فقدان الإلكترونات من قبل المواد التي تعاني أكسدةً. واكتساب الإلكترونات من قبل المواد التي تعاني اختزالاً لذا يجب مراعاة حساب الوزن المكافئ تبعاً لعدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة

تجربة (٤) تقدير الحديد الثنائي بواسطة برمنكنات البوتاسيوم

أساس التجربة:

تعتبر مادة برمنكنات البوتاسيوم عاملاً مؤكسداً لأكسدة الحديدوز إلى الحديدك في الوسط الحامضي وحسب المعادلة الآتية:



وكذلك يعمل محلول برمنكنات البوتاسيوم كدليل ذاتي لنقطة نهاية التسحيح، إلا أنه يعتبر مادة قياسية ثانوية بسبب تكوين راسب MnO_2 عند أذابتها في الماء المقطر لذلك عند الاستعمال في التحليل الكمي يجب معايرته أولاً مع مادة قياسية أولية.

طريقة العمل:

أولاً: تحضير ومعايرة محلول برمنكنات البوتاسيوم:

- (١) نزن بصورة تقريبية (0.031) غرام من مادة برمنكنات البوتاسيوم.
- (٢) ضع الوزن أعلاه في بيكر يحتوي على (80) مللتر ماء مقطر ثم سخن المحلول إلى الغليان ثم دعه يغلي بهدوء لمدة (10) دقائق، ثم برد المحلول إلى درجة حرارة المختبر.
- (٣) رشح المحلول خلال الصوف الزجاجي الموجود داخل قمع، أكمل المحلول إلى العلامة في قنينة حجمية سعة (100) مللتر، رج المحلول جيداً.
- (٤) أملاً السحاحة بمحلول برمنكنات البوتاسيوم المحضر.
- (٥) زن بصورة دقيقة حوالي (0.067) غرام من مادة أوكزالات الصوديوم (مادة قياسية أولية وهي عامل مختزل). أذب هذه المادة بالماء المقطر وخفف المحلول إلى (100) مللتر في قنينة حجمية، ثم رج المحلول جيداً.

٦) ضع (10) مللتر من محلول الأوكزالات المحضر في دورق مخروطي، أضف (10) مللتر من محلول (2N) حامض الكبريتيك، أضف (1) مللتر من محلول برمنكنات البوتاسيوم الموجود في السحاحة.

٧) سخن المزيج إلى درجة (60 C°)، أكمل التسحيح إلى أن يصبح لون المحلول وردي خافت.

٨) أعد عملية التسحيح مرتين أو ثلاث مرات. احسب حجم برمنكنات البوتاسيوم من سحاحة.

٩) جد العيارية لبرمنكنات البوتاسيوم بأستعمال العلاقة الآتية:

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

ثانياً: تقدير الحديد الثنائي:

١) إملأ السحاحة بمحلول برمنكنات البوتاسيوم القياسي.

٢) إسحب بواسطة ماصة (5) مللتر من محلول أيون الحديدوز (المجهول) ثم ضعه في دورق مخروطي.

٣) أضف (2) مللتر من محلول (2N) حامض الكبريتيك.

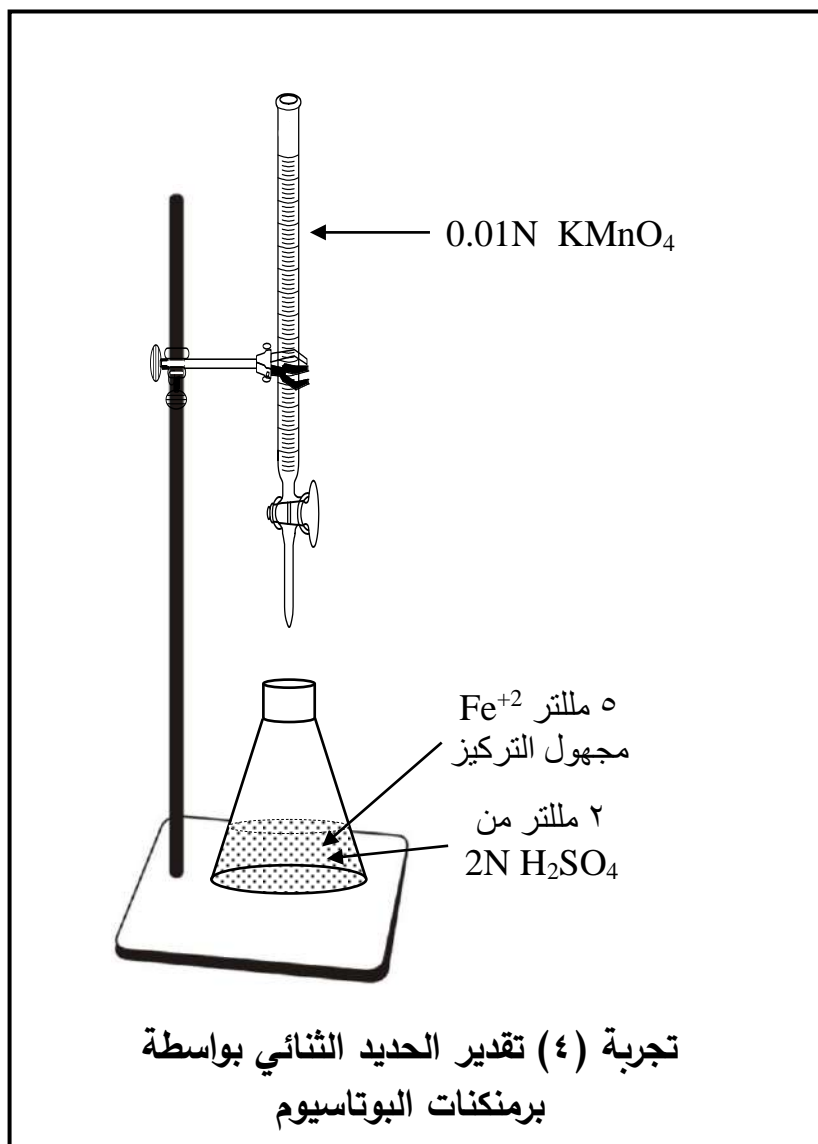
٤) سح المزيج مع محلول برمنكنات البوتاسيوم القياسي إلى أن يصبح لون المحلول وردي خافت.

٥) أعد عملية التسحيح مرتين أو ثلاث مرات، ثم احسب حجم برمنكنات البوتاسيوم القياسي من السحاحة.

٦) جد عيارية أيون الحديدوز في المحلول باستخدام العلاقة الآتية:

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

٧) جد تركيز أيون الحديدوز بالـ ppm.



أسئلة للمناقشة:

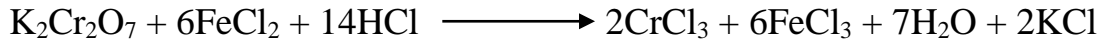
- ما تأثير الضوء على برمنكنات البوتاسيوم عند الخزن مدة طويلة؟
- كم هو عدد الألكترونات المكتسبة لمادة KMnO_4 وكيف يتم تحضير العيارية لها؟
- هل عملية التأكسد التي تجري في المحلول منعزلة عن عملية الإختزال أم أن العمليتين تجريان معاً؟
- ما هي العناصر التي يمكن تقديرها بهذه الطريقة؟
- ما هي تطبيقات هذه الطريقة لتقدير الحديد أو غيره من المعادن في البيئة أو الخامات؟

المحاضرة السابعة

تجربة (٥) تقدير الحديد الثنائي بواسطة دايكرومات البوتاسيوم

أساس التجربة:

تُختزل دايكرومات البوتاسيوم فقط في الوسط الحامضي بسرعة إلى حامض الكروميك الأخضر في درجة الحرارة الاعتيادية مقدار التغير في عدد التأكسد هو (6) وعليه فإن الوزن المكافئ للدايكرومات هو 1/6 من الوزن الجزيئي. وتُستخدم دايكرومات البوتاسيوم لتعيين الحديدوز الذي يعاني من تأكسد إلى الحديدك. وتصبح المعادلة العامة للتأكسد والاختزال كالآتي:

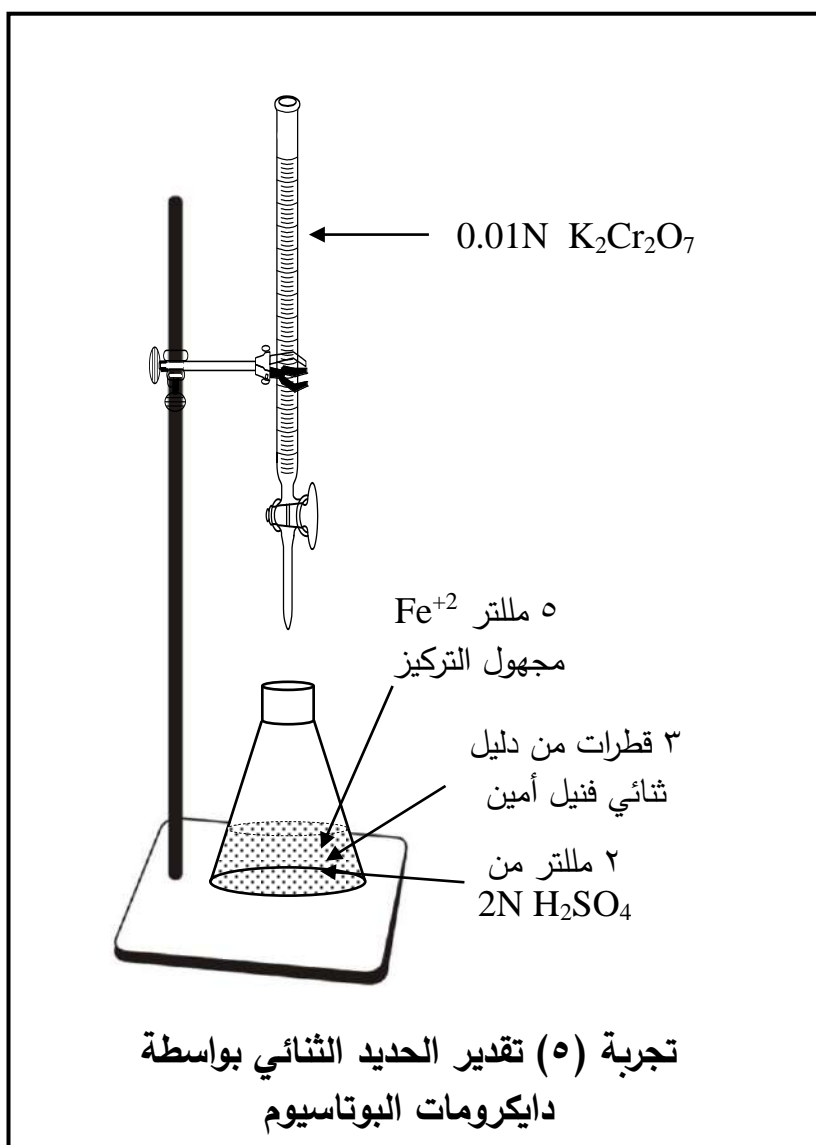


طريقة العمل:

- (١) حضر محلول مخفف من دايكرومات البوتاسيوم بتركيز (0.01N)، ثم املأ السحاحة بهذا المحلول.
- (٢) أسحب بواسطة ماصة (5) مللتر من محلول أيون الحديدوز (المجهول) ضعه في دورق مخروطي.
- (٣) أضف (5) قطرات من دليل ثنائي فينيل أمين، أضف (2) مللتر من محلول (2N) حامض الكبريتيك.
- (٤) سح المزيغ مع محلول الدايكرومات حتى يصبح لون المحلول أزرق-بنفسجي والذي يثبت عند الرج.
- (٥) أعد عملية التسحيح مرتين أو ثلاث مرات، ثم أحسب حجم الدايكرومات من السحاحة.
- (٦) جد العيارية لأيون الحديدوز باستخدام العلاقة الآتية:

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

- (٧) ثم جد تركيز أيون الحديدوز بالـ ppm.



أسئلة للمناقشة:

- ما الفرق بين برمنكنات ودايكرومات البوتاسيوم؟
- هل هناك مواد أخرى لها يمكن استخدامها في تسحيحات التأكسد والاختزال بدل برمنكنات أو دايكرومات البوتاسيوم؟
- هل من الممكن استخدام عامل مختزل بدل العامل المؤكسد في هذه التجربة، وما هي العناصر التي يمكن تقديرها بها؟
- هل من الممكن تقدير مركبات كيميائية بتسحيحات التأكسد والاختزال؟

المحاضرة الثامنة

تسحيحات تكوين المعقدات

Complexes Formation Titration

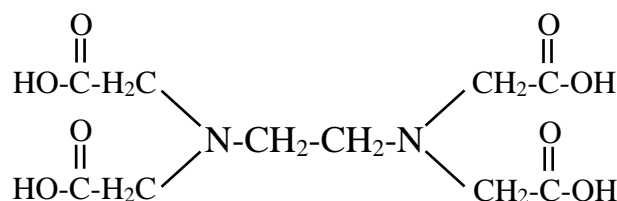
المعقدات: هي عبارة عن مركبات متعادلة الشحنة أو أيونية تتضمن تكوين أوأصر تناسقية بين الفلز (حامض لويس يستقبل الالكترونات) والليكاند (قاعدة لويس واهبة للالكترونات) حيث يمتلك الليكاند ذرات فيها زوج أو أكثر من الالكترونات غير مشتركة بالتأصر, والليكاندات على أنواع:

- ١- ليكاند أحادي السن مثل الامونيا.
- ٢- ليكاند ثنائي السن مثل أثلين ثنائي الأمين.
- ٣- ليكاند متعدد السن مثل EDTA أثلين ثنائي الأمين رباعي حامض الخليك.

تجربة (٦) تقدير الكالسيوم في الطباشير باستخدام تسحيحات تكوين المعقدات

أساس التجربة:

إنّ لتسحيحات تكوين المعقدات استعمالات عديدة منها تقدير العديد من الايونات الموجبة السالبة. والغالبية المألوفة لمثل هذا النوع من التسحيحات تستخدم EDTA كعامل مسح.



Ethylene Diamine Tetra Acetic acid (EDTA)

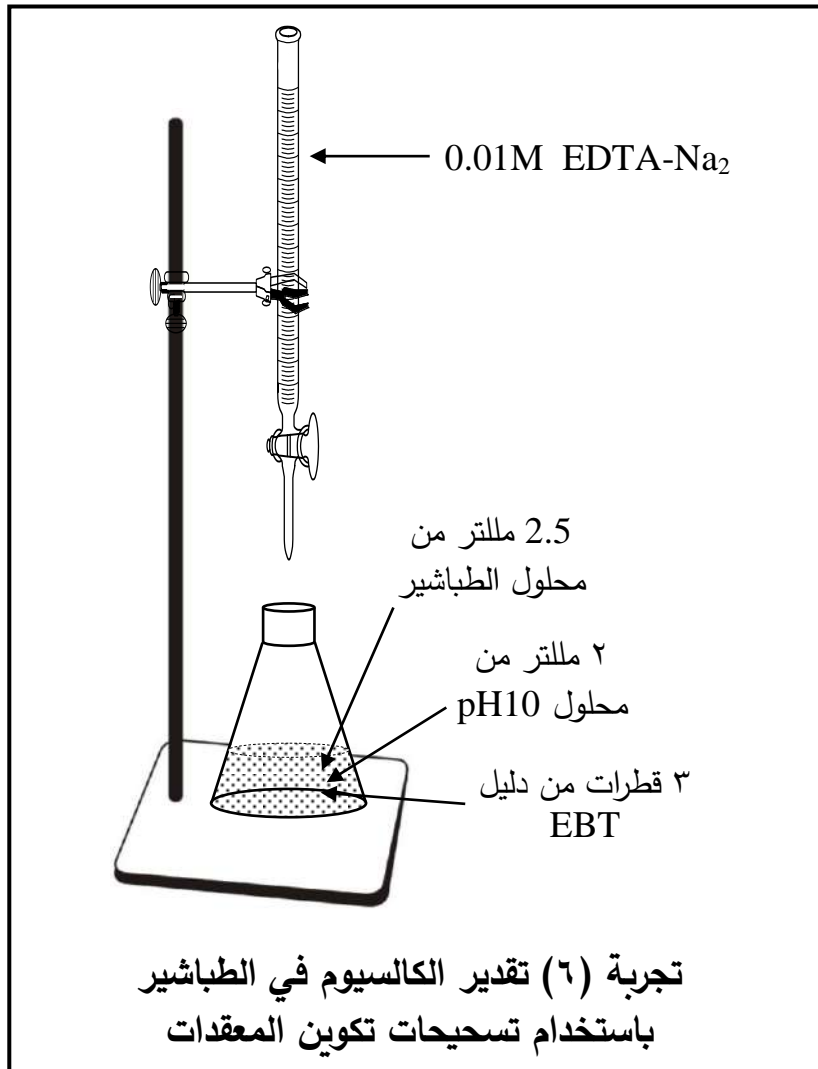
مميزات EDTA

يكون هذا المركب بهيئة ثنائي الملح ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$) يعتبر أهم ليكاند لسهولة ذوبانه ولتحلله المائي الضعيف ولكونه مادة نقية ويمكن ان يحتفظ بمحلوله لفترة طويلة. كما ويعتبر أفضل عامل مسح في هذا النوع من التسحيحات لتكوين معقدات فلزية ذائبة ومستقرة. ويعتبر تفاعله انتقائي عند تقدير العناصر كما ويمكن تحديد نقطة التكافؤ بشكل واضح باستخدام الدلائل الفلزية.

طريقة العمل:

- (١) زن (0.2) غرام من مادة كاربونات الكالسيوم (طباشير زيتي).
- (٢) أضف (5) مل ماء مقطر, ثم أضف (5) مل من حامض الهيدروكلوريك المركز.

- ٣) قم بالتسخين باستخدام الهيتز إلى أن يذوب النموذج.
 - ٤) ضع النموذج في قنينة حجمه سعة (100) مل واكمل بالماء المقطر إلى حد العلامة.
 - ٥) إسحب بواسطة ماصة (2.5) مل من المحلول المحضر وضعه في دورق مخروطي.
 - ٦) أضف اليه (٢) مل من محلول pH10 (المحضر من 132 غم من NH_4Cl و 57 مل من محلول الأمونيا NH_4OH المركز ويخفف بالماء المقطر إلى 1 لتر).
 - ٧) أضف (3) قطرات من دليل EBT (إيروكروم بلاك-T).
 - ٨) سحح مع (0.01) مولاري EDTA-Na_2 إلى أن يتحول لون المحلول إلى لون ازرق فاتح.
 - ٩) أعد عملية التسحيح مرتين او ثلاث مرات.
 - ١٠) جد النسبة المئوية لكاربونات الكالسيوم باستخدام العلاقة الآتية:
- $$1 \text{ ml } 1 \text{ M EDTA} \equiv 40 \text{ mg Ca}^{+2}$$



أسئلة للمناقشة:

- لماذا يكون عد المكافئات واحد في التسحيحات التي تستخدم EDTA ؟
- ما سبب استقرارية المعقدات التي يكونها EDTA ؟

- ما سبب إضافة محلول (pH 10) وهل ضبط الـ pH ضروري في عملية تكوين المعقدات؟
- بين طبيعة كل من الأواصر التناسقية، التساهمية والأيونية.
- هل يؤثر وجود أيون Mg^{+2} مع Ca^{+2} في المحلول، وكيف يمكن تقدير كل أيون على انفراد؟

المحاضرة التاسعة

تجربة (٧) تقدير العسرة الكلية للمياه باستخدام EDTA

أساس التجربة:

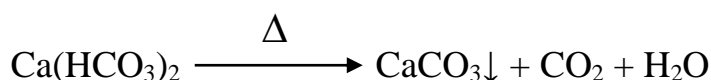
لقد وجد أن بعض المياه الموجودة في الطبيعة لا يرغو فيها الصابون بسهولة مثل مياه البحار وبعض البحيرات والآبار وتسمى مثل هذه المياه بالمياه العسرة. وتعزى عسرة المياه إلى احتواء الماء على أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم الذائبة في الماء، وتقسم عسرة المياه إلى نوعين:

(١) العسرة المؤقتة (٢) العسرة الدائمة

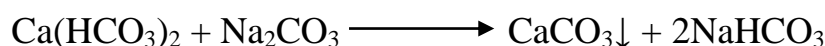
(١) العسرة المؤقتة: هي عبارة عن ببيكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم الذائبة في الماء ويمكن إزالتها كما يأتي:

أ- طريقة التسخين: تتجزأ كاربونات الكالسيوم والهيدروجينية و كاربونات المغنيسيوم

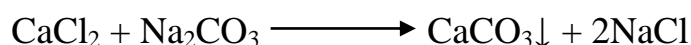
الهيدروجينية الذائبة في الماء بالتسخين إلى كاربونات الكالسيوم أو المغنيسيوم كما في المعادلة الآتية:



ب- إضافة كاربونات الصوديوم: تتفاعل كاربونات الصوديوم مع الأملاح المسببة للعسرة المؤقتة فتحولها إلى كاربونات غير ذائبة كما في المعادلة الآتية:

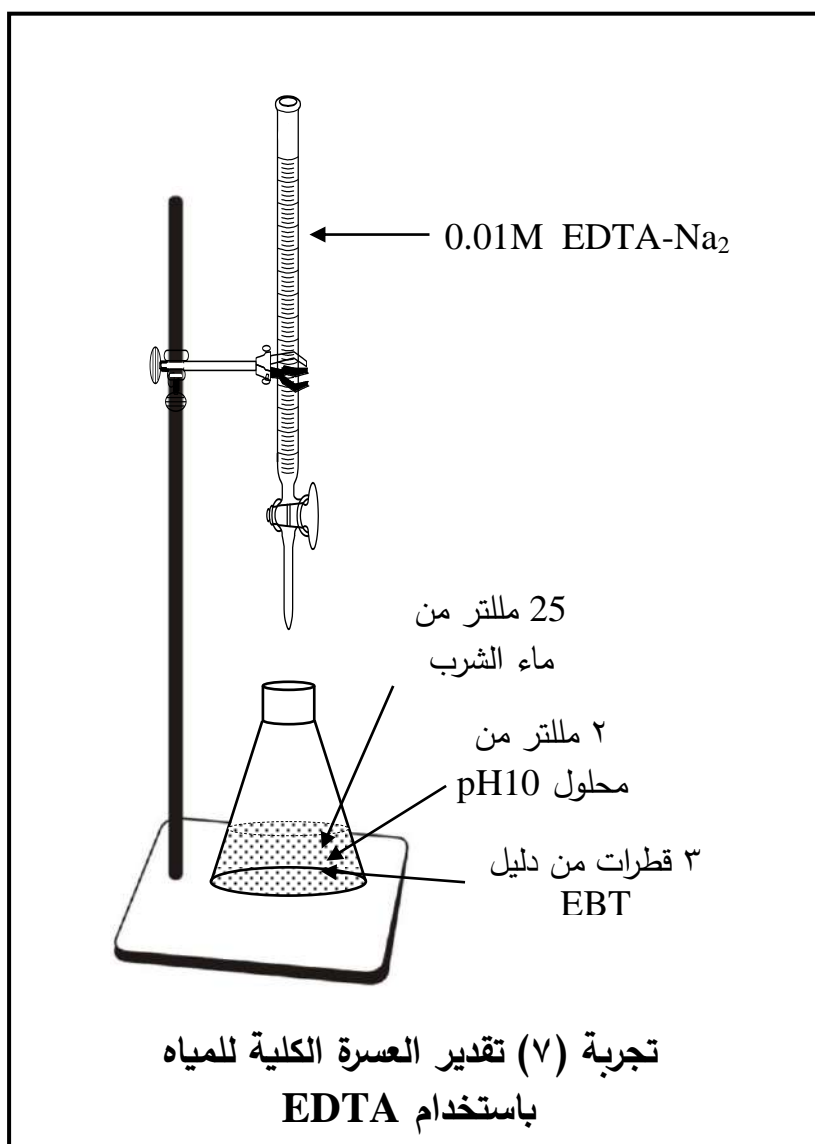
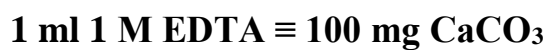


(٢) العسرة الدائمة: هي عبارة عن كلوريدات وكبريتات الكالسيوم أو المغنيسيوم التي لا تتجزأ بالحرارة لذلك سميت هذه بالعسرة الدائمة. ويمكن إزالتها بإضافة كاربونات الصوديوم التي تتفاعل مع الأملاح المسببة للعسرة الدائمة فتحولها إلى كاربونات غير ذائبة، كما في المعادلة الآتية:



طريقة العمل:

- (١) ضع (25) مللتر من ماء الشرب في ورق مخروطي باستخدام أسطوانة مدرجة.
- (٢) أضف (2) مللتر من محلول (pH10)، ثم أضف (3) قطرات من دليل EBT.
- (٣) سحح مع محلول (0.01) مولاري EDTA إلى أن يتغير لون المحلول إلى اللون الأزرق.
- (٤) جد تركيز كاربونات الكالسيوم بالـ ppm حسب العلاقة الآتية:



أسئلة للمناقشة:

- ما هي مساوئ دليل EBT , وكيف يتم تلافيها , وهل هنالك بديل له؟
- هل من الممكن تقدير أيونات فلزية باستخدام EDTA والتي لا يوجد لها دليل؟
- ما هي الفلزات التي يمكن تقديرها بواسطة EDTA ؟
- لماذا تقدر العسرة الكلية للمياه بدلالة كاربونات الكالسيوم مع تجاهل مركبات المغنيسيوم في المياه؟

المحاضرة العاشرة

التسحيحات الترسيبية Precipitation Titration

هي التسحيحات التي تتضمن تفاعلات تؤدي إلى تكوين راسب أو ملح قليل الذوبان من خلال استخدام عامل تسحيح وبوجود دلائل معينة وأفضل مثال استعمال نترات الفضة في تقدير الأيونات السالبة Br^- , Cl^- . حيث أن نترات الفضة تعتبر مادة قياسية أولية إلا أنها تتأكسد بالضوء ولهذا تحفظ في قناني معتمة.

طرائق التسحيح لتقدير الهاليدات بواسطة نترات الفضة:

هناك ثلاث طرائق أساسية تستخدم لتسحيح الهاليدات مع الفضة تعتمد على استعمال ثلاثة أنواع مختلفة من الدلائل.

(١) التسحيح المباشر بين محلول الفضة كعامل مسح والهاليد باستخدام دليل يعطي رسبا ملونا عند نقطة التكافؤ كما في طريقة مور Mohr's Method.

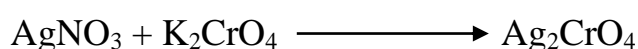
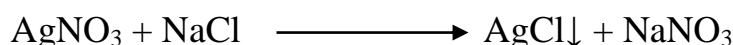
(٢) التسحيح غير المباشر (التسحيح الرجعي) Back Titration من خلال تفاعل زيادة من محلول الفضة مع الهالوجين داخل الدورق ثم تسحيح الزيادة من الفضة ضد محلول ثايوسيانيد البوتاسيوم كعامل مسح باستخدام دليل يكون محلولاً ملوناً عند نقطة الانتهاء كما في طريقة فولهارد Volhard's Method.

(٣) تسحيح يستخدم نوعاً من الدلائل تسمى دلائل الإمتزاز والتي تمتاز (تلتصق) على سطح الراسب المتكون عند نقطة التكافؤ كدليل الفلورسين fluorescein في طريقة فاجان Fajan's Method

تجربة (٨) تقدير الكلوريد بطريقة مور في ملح الطعام

أساس التجربة:

يستعمل محلول نترات الفضة القياسي لتسحيح محلول الكلوريد المتعادل ويستعمل كرومات البوتاسيوم كدليل. تستدل نقطة نهاية التفاعل من التغير في لون المحلول والناشئ عن تكوين كرومات الفضة ذات لون قهوائي - محمر. كما وتقيد هذه الطريقة كذلك في حساب كمية البروميد والايوديد في محاليل متعادلة.



طريقة العمل:

(١) وزن باستخدام ميزان حساس (0.2) غرام من ملح الطعام.

٢) نذوب هذا الوزن في حجم (250) مللتر باستخدام قنينة حجميه سعة (250) مللتر باستخدام الماء المقطر.

٣) إملأ السحاحة بمحلول (0.01) مولاري من نترات الفضة.

٤) إسحب بواسطة ماصة (5) مللتر من محلول كلوريد الصوديوم ونضعه في ورق مخروطي.

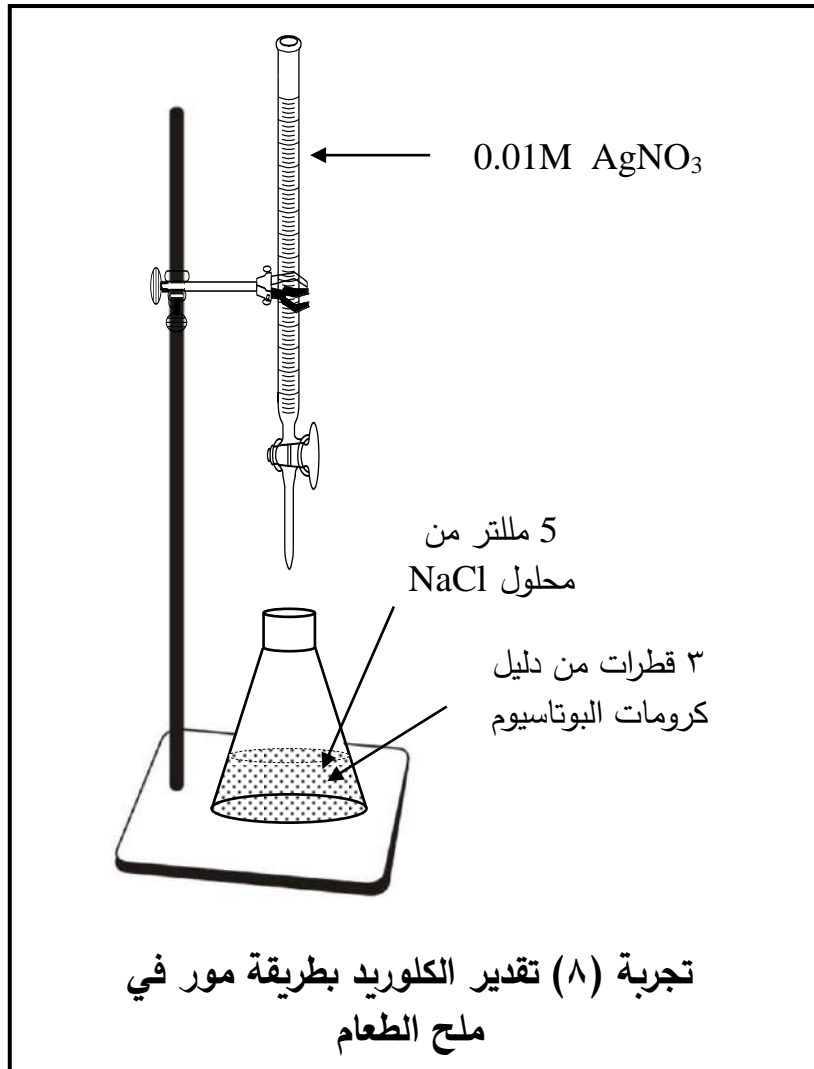
٥) أضف (3) قطرات من دليل كرومات البوتاسيوم نلاحظ تلون المحلول باللون الأصفر.

٦) سحج مع نترات الفضة إلى ان يتكون راسب قهوائي-محمّر يدل على انتهاء التفاعل.

٧) إحسب حجم نترات الفضة من السحاحة.

٨) أعد عملية التسحيح مرتين او ثلاث مرات.

٩) جد النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم باستخدام العلاقة الآتية:



أسئلة للمناقشة:

- لماذا نحتاج إلى وسط متعادل في هذه التجربة؟ وضح ذلك بالمعادلات.
- هل من الممكن معايرة نترات الفضة خاصة عند تخزينها وتعرضها للضوء؟

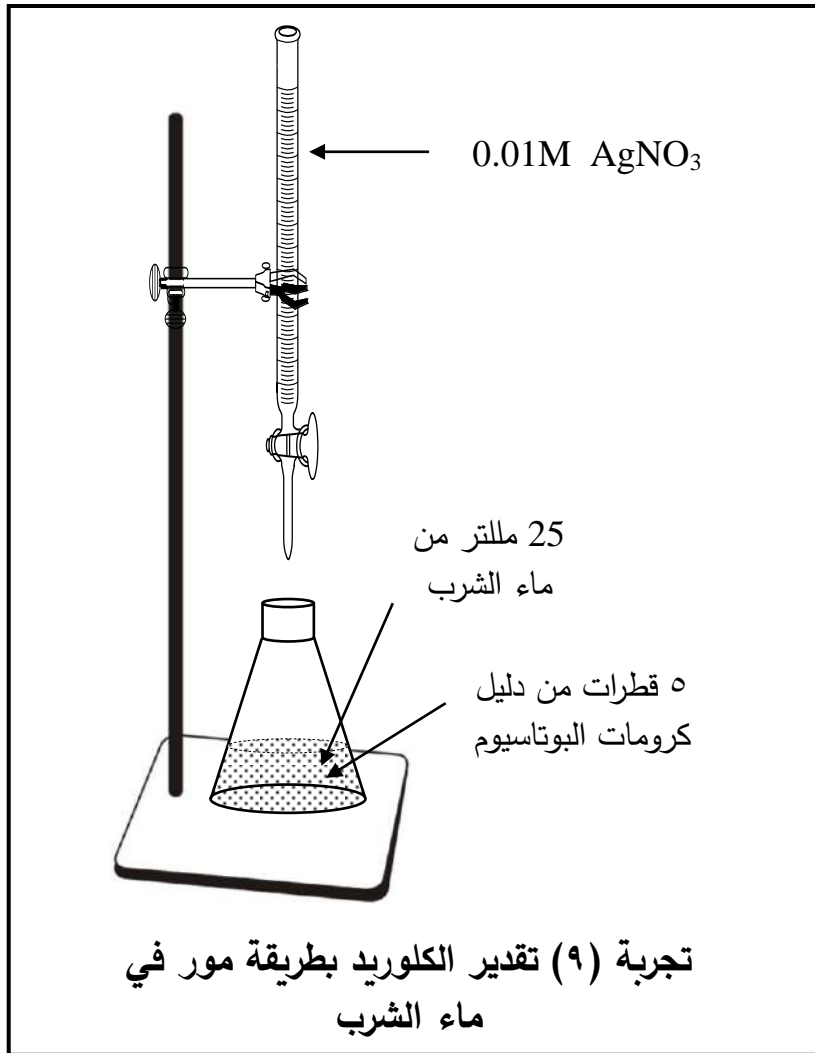
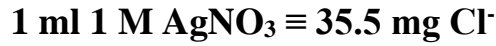
- هل من الممكن تقدير تركيز HCl بهذه الطريقة؟
- لماذا يترسب AgCl أولاً قبل Ag_2CrO_4 ؟

المحاضرة الحادية عشر

تجربة (٩) تقدير الكلوريد بطريقة مور في ماء الشرب

طريقة العمل:

- (١) ضع (25) مللتر من ماء الشرب في دورق مخروطي باستخدام أسطوانة مدرجة.
- (٢) أضف (5) قطرات من دليل كرومات البوتاسيوم إلى أن يصبح لون المحلول اصفر.
- (٣) سحح مع محلول نترات الفضة إلى أن يصبح لون المحلول قهوائي-محمّر.
- (٤) أعد عملية التسحيح مرتين أو ثلاث مرات، واحسب معدل الحجم من السحاحة.
- (٥) إحسب تركيز الكلوريد في ماء الشرب بالـ ppm باستخدام العلاقة الآتية:



أسئلة للمناقشة:

- لماذا تم أخذ حجم كبير نسبياً من ماء الشرب في تقدير أيون الكلوريد؟

- ما هي كمية الكلوريد المقبولة في ماء الشرب, وهل النتيجة التي حصلت عليها ضمن المدى المقبول؟

أحسب النسبة المئوية لكوريد الصوديوم باستخدام العلاقة $1 \text{ ml } 1 \text{ M AgNO}_3 \equiv 35.4 \text{ mg Cl}^-$

١٠ مللتر من NaCl

٢ مللتر من 6N HNO_3

٢٠ مللتر من 0.01M AgNO_3

ورق ترشيح

قمع ترشيح

دورق مخروطي يحتوي الراشح

ثم عملية التسحيح

0.02N KSCN

الراشح يحتوي الزيادة غير المتفاعلة من AgNO_3

١ مللتر من دليل شب الحديد

تجربة (١٠) تقدير الكلوريد بطريقة فولهارد في ملح الطعام

أسئلة للمناقشة:

- ما الفرق بين طريقتي مور وفولهارد في تقدير أيون الكلوريد؟
- لماذا لا يحدث تداخل عند تقدير البروميد بهذه الطريقة، بينما عند تقدير الكلوريد يحدث تداخل؟ فسر ذلك بتوضيح ذوبانية المواد المتكونة.
- أي نوع من الدلائل الدليل المستخدم في هذه التجربة؟

الحاضرة الثالثة عشر

أسئلة حسابية:

- س١) كم غرام تحتاج من ملح (KBr) لتحضير (0.5 M) وحجم (0.5) لتر، بإستخدام الماء المقطر كمذيب؟
- س٢) إذا علمت أن كل (10) مل من محلول (NaOH) مجهول العيارية يعادل عند نقطة الإنتهاء (20) مل من محلول HCl ذي التركيز (0.1 N)، فكم هو تركيز (NaOH) بـ ppm ؟
- س٣) تم تسحيح (25) مللتر من ماء الشرب مع محلول نترات الفضة (0.01 M)، فكان معدل حجم النترات من السحاحة عند تغير لون المحلول (3) مللتر، إحسب تركيز أيون الكلوريد في ماء الشرب بـ ppm.
- س٤) تم سحب (٥) مللتر من محلول NaCl وسحح مع محلول 0.01 M AgNO₃ (حسب طريقة مور) فكان حجم النترات من السحاحة (3.6) مللتر. ثم سحبت (٥) مللتر أخرى من نفس محلول NaCl وأضيف له 10 مللتر من 0.02 M AgNO₃ ثم سححت الزيادة من النترات مع محلول 0.02 M KSCN (حسب طريقة فولهارد) فكان حجم الثايوسيانييد من السحاحة (8.2) مللتر، أثبت أن النسبة المئوية لـ NaCl هي نفسها في الطريقتين، (علماً أن الكل هو 100 ملغرام NaCl في 250 مللتر).
- س٥) تم تسحيح (25) مللتر من ماء الشرب مع محلول EDTA (0.01 M)، فكان معدل حجم EDTA من السحاحة عند تغير لون المحلول (5) مللتر، فكم هو تركيز العسرة الكلية (CaCO₃) في ماء الشرب بـ ppm ؟
- س٦) كم هو الوزن المطلوب من مادة NaCl اللازمة لتحضير 0.2 مولاري منها في حجم ربع لتر؟
- س٧) محلول مركز من حامض الكبريتيك ذي كثافة 1.8 غرام/لتر، والنسبة المئوية 98%، حضر منه محلول حجمه 250 مللتر وتركيز 2 عياري.
- س٨) إذا علمت أن كل 10 مل من أيون الحديدوز تعادل عند نقطة النهاية 20 مل من برمنكنات البوتاسيوم القياسي تركيزه 0.01N جد تركيز الحديد بوحدة الـ ppm .
- س٩) حضر 0.3 عياري من محلول برمنكنات البوتاسيوم بحجم 500 مل ووسط حامضي.
- س١٠) عند تسحيح حامض HCl عياريته 0.1 مع 10 مللتر من خليط مكون من هيدروكسيد وكاربونات الصوديوم وجد أن: حجم HCl يساوي 20 مل عند نقطة النهاية باستخدام دليل M.O، بينما كان حجم الحامض 15 مل عند نقطة النهاية باستخدام دليل ph.ph، جد التركيز العياري لكل من NaOH و Na₂OH، ثم بالغرام/لتر، ثم بالـ ppm .
- س١١) تم إضافة 20 مل من محلول نترات الفضة (0.1 M) إلى 10 مل من محلول مجهول لكلوريد الصوديوم، ثم سححت الزيادة من النترات بعد الترشيح مع محلول (0.2 M) ثايوسيانات البوتاسيوم فكان حجمها 5 مل عند نقطة النهاية، جد تركيز أيون الكلوريد بالـ ppm .

س١٢) حضر محلولاً من دايكرومات البوتاسيوم بتركيز 0.1 عياري وحجم نصف لتر.